Aus der Zahnärztlichen Universitätsklinik Würzburg
Vorstand: Prof. Dr. med. et med. dent. Wustrow.

Ueber den Einfluß von Wurzelkanalbehandlungen auf die Belastungsmöglichkeit der Zähne

INAUGURAL-DISSERTATION

zur
Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde.
Verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von

WALTER EPS
Zahnarzt aus Oberhausen (Rhld.)

Würzburg 1935

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0173

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

Referent: Prof. Dr. med. et med. dent. Paul Wustrow.

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet!

Mit zu den ältesten wissenschaftlichen Untersuchungen am Kauorgan, die in das Gebiet der Orthopädie hinweisen, gehören die Versuche, die Kaukraft des Kauorgans zu messen. Nach Morelli war es ein Italiener namens Borelli, der im Jahre 1681 diese ersten Versuche anstellte. (Buch: „De motu animalium", zit. Diedrich).

Gewiß sind uns aus der Literatur ältere, z. T. schon in vorchristlicher Zeit liegende zahnärztliche Maßnahmen bekannt. Vor allem chirurgische aber auch konservierende Behandlungen wurden mit Geschick und zum Teil nach ganz neuzeitlich anmutenden Gesichtspunkten durchgeführt. Doch bei den uns bekannten prothetischen Maßnahmen scheint mehr das Bestreben vorgelegen zu haben, die durch irgendwelche Veränderungen in den Zahnreihen aufgetretenen kosmetischen Störungen zu beheben. Die dabei entstehenden und zu lösenden Probleme waren mehr technischer, rein handwerklicher Art. Nach Borelli dauerte es nochmals fast zwei Jahrhunderte, bis man anfing, Störungen am Kauorgan auf wissenschaftlicher Basis zu untersuchen und zu behandeln. Das Gebiet, das dabei erschlossen wurde, ist heute so groß geworden, daß es berechtigt erscheint, es genau so wie die Chirurgie oder die innere Medizin als ein Sonderfach der Allgemeinmedizin bestehen zu lassen. In vielen Dingen konnte bei diesen Untersuchungen an die Erkenntnisse der Allgemeinmedizin angeschlossen werden (Zahn- und Mundkrankheiten, Fokalinfektion, Zusammenhang zwischen mangelhafter Kaufunktion, mangelhafter Vorverdauung und Erkrankungen des Magendarmtraktus usw.). Als gänzlich neues Gebiet mit einer Unzahl von Problemen, deren Lösungen zum großen Teil auch heute noch nicht gefunden sind, eröffnete sich jenes, das man kurz unter dem Begriff Artikulation versteht. Auf den Erkenntnissen, die hier gewonnen wurden, baut sich jene zahnärztliche Disziplin auf, die man mit zahnärztlicher Orthopädie bezeichnet; es sind dies die gesamte zahnärztliche Prothetik, Orthodontie und die Behandlung von Kieferbrüchen und Luxationen. Daß dies in allererster Linie physikalische Untersuchungen sind, die in das Gebiet der Statik und der Mechanik weisen, liegt in der Natur der Sache.

Bei den Untersuchungen, die in dieser Arbeit angestellt werden, gilt es, mit Hilfe von Kaudruckmessungen festzustellen, was für einen Kaukraftverlust gesunde Zähne erleiden, die infolge prothetischer Maßnahmen wurzelbehandelt werden müssen und wel-

che Schlußfolgerungen für unsere Diagnostik und Therapie daraus zu ziehen sind. Die Messungen sind mit dem Haberschen Kaudruckmesser dritter Konstruktion durchgeführt worden. Dieser Meßapparat ist deshalb genommen worden, weil er nach heutiger Auffassung als der vollkommenste und am besten durchkonstruierte Apparat gelten kann.

An dem Problem, die Kaukraft des gesamten Kauorganes, wie auch des einzelnen Zahnes zu messen, haben seit Borelli eine ganze Reihe von Autoren gearbeitet. Die Wege, die dabei eingeschlagen worden sind, um zu diesem Ziel zu gelangen, sind verschiedene. Einige haben geglaubt, aus dem Querschnitt der Kaumuskulatur die Größe der möglichen Kraftentwicklung errechnen zu können, wobei sie den Unterkiefer als einen einarmigen Hebel werten, dessen Hebelunterstützungspunkt im Kiefergelenk liegt und an dem die Kraft etwa in der Mitte des Hebels — dies wäre für den Unterkiefer in der Gegend des Weisheitszahnes — ansetzt und die Last vor dem Angriffspunkt der Kraft und dem Hebelunterstützungspunkt ansetzt. Die Länge des Hebels wird gleichgesetzt der Länge einer Seite des Bonnwillschen Dreiecks, und sie errechneten so auf Grund einer einfachen Gleichung die Last, die an den einzelnen Stellen des Hebels gehoben werden kann. Andere Autoren gehen so vor, daß sie die Kraft messen, die an den vorderen Schneidezähnen beim Zusammenbeißen ausgelöst werden kann, oder die Kraft, die nötig ist, um fest aufeinandergebissene Zahnreihen zu öffnen. Dabei wird der Unterkiefer wieder als einarmiger Hebel und unter denselben Bedingungen gewertet, wie eben beschrieben, und wieder wird mit Hilfe einer Gleichung zunächst die Kraft, die die Muskulatur haben muß, und dann die Last, die an einzelnen Stellen des Hebels gehoben werden kann, berechnet (Last, Kraft und Hebellänge sind die Größe in dieser Gleichung). Daß man zunächst diesen Weg gewählt hat, ist zwangsläufig geschehen. Man verfügte über keine Apparate, die Kaudruckmessungen gestatteten, oder aber besaß man solche Apparate, dann waren sie in ihrer Konstruktion derart unzulänglich, daß man mit ihnen nur Messungen im Frontzahnbereich ausführen konnte. Zum anderen hatte der Gedanke, daß der Wirkungsmechanismus der eines einarmigen Hebels sei, etwas sehr bestechendes, fand man doch ein Prinzip, das aus der Physik schon längst bekannt war. Und der Glaube, daß die Natur sich diesen einfachen Mechanismus in so vollendeter Weise dienstbar gemacht habe, ist so groß gewesen, daß diese Auffassung an vielen Stellen heute noch ihre Gültigkeit besitzt. Eckermann, Fick, Weber, Knorz, Henke, Gubler arbeiten in dieser Richtung.

Morelli geht ganz den praktischen Weg. Er nimmt Messungen an jedem einzelnen Zahn vor und gelangt schon zu ganz anderen Ergebnissen. Er stellt fest, daß in den allermeisten

Fällen die Kraft der Kaumuskulatur erheblich größer ist, als sie der einzelne Zahn aushalten kann. Er macht für die Leistungsfähigkeit der einzelnen Zähne die Größe der Oberfläche des Periodontiums verantwortlich. Auch stellt er die Zeit, während der ein bestimmter Druck auf einen Zahn ausgeübt wird, in Rechnung und kommt so zu dem Begriff der Druckkonstanten. Nach Morelli ist die Druckkonstante eines Zahnes der Druck, bei dem ein Zahn innerhalb einer Minute schmerzhaft und parästhetisch wird. Bei Pulpitis und Periodontitis verringern sich diese Werte sehr schnell. Die Druckkonstante ist der Oberfläche der Zahnwurzel proportional. Morelli fragt sich auch, wieso ein solch kleines Organ wie das Periodontium des Zahnes in der Lage ist, solch große Druckwirkungen aufzufangen. Für ihn stellt die Verbindung von Zahn und Alveole kein Gelenk dar, sondern ein hydraulisches System, bei dem die Wurzel des Zahnes die Wirkung des Kolbens bei einer hydraulischen Presse übernimmt. Die Größe der Oberfläche des Periodontiums steht in direkter Beziehung zur Größe des zu entwickelnden Kaudruckes. So überraschend wie Morelli die Leistung dieses Organes sieht, ist es nicht, wenn wir uns daran erinnern, was für Leistungen unser Organismus in ähnlich gelagerten Fällen zustandebringt (Fingersehnen, Sehnen der Extremitäten). Dieses hydraulische System hat noch wesentlich andere Funktionen, als nur die, die treffenden Kräfte aufzufangen. Es ist ebenso eine Schutzmaßnahme des Organismus, um all das, was sich an Gefäßen, Nerven und sonstigem Gewebe im periodontalen Raum befindet, vor Quetschungen und Zerreißungen zu schützen, als auch den Zahn vor Zersprengung zu bewahren.

Hier all die Autoren und ihre Methoden der Kaudruckmessungen aufzuführen, würde zu weit gehen. Haber teilt diese Apparate ein in vier Gruppen:

1. Konstruktionen mit dem Hebelprinzip;
2. Federkonstruktionen (Schraubenfeder, Blattfeder, eilips. Feder);
3. Kombinierte Konstruktionen a) Hebel und Feder, b) Hebel, Feder, Manometer;
4. Kugelmeßmethoden.

Zu Gruppe 1 gehören die Konstruktionen von Borelli, Sauer, Rosenthal, Eckermann, Gysi, Heinroth, H. Schröder.

Zu Gruppe 2 Dennis, Black, Morelli, Dietz, Christiansen, Haber (2. und 3. Konstruktion), Hürthle.

Zu Gruppe 3a Günther, Haber (1. Konstruktion), Hentze, Pfaff.

Zu Gruppe 3b Arnone, Dieck, Schwander-Lickteig, Hürthle.

Zu Gruppe 4 Schönwald, Günther, Köhler-Etling.

Die Konstruktion zur Ermessung der Druckverhältnisse im Kauorgan teilt er ein in:

1. Apparate, die geeignet sind zur Zahndruckprüfung;
2. Apparate, die nur geeignet sind zur Kaudruckprüfung;
3. Apparate für beide Prüfungen;
4. Apparate für beide Prüfungen und Prüfungen kleinster Teile wie Füllungen, Kanten usw.

1. Zu den Zahndruckprüfern sind alle Apparate zu rechnen, welche nur die Einzelmessung eines Zahnes ermöglichen. Zu den Zahndruckprüfern sind außerdem nach Haber zu rechnen die Konstruktionen von Dennis, Black, Morelli, Dietz, Christiansen, Dieck, Schwander-Lickteig, Pfaff, Günther, Haber (2. Konstruktion), Sauer, Rosenthal, Eckermann, Schönwald, Köhler.
2. Als Kaudruckprüfer gelten alle Apparate, welche die Messungen von Zahngruppen, Kieferhälften und ganzer Kiefer ermöglichen. Es sind dies die Apparate von Hürthle, Gysi, Arnone.
3. Apparate, welche für Kaudruck- und Zahndruckprüfungen geeignet sind, stellen der Apparat von Hentze und Haber 1. Konstruktion dar.
4. Zur letzten Gruppe zählt Haber nur die 3. Konstruktion seines Kaudruckmessers, der außer Zahndruckprüfung und Kaudruckprüfung auch die Einzelmessung von kleinsten Zahnflächen, Füllungen und Kanten ermöglichen soll.

Bei diesen Untersuchungen haben sich zum Teil Kaudruckwerte für einzelne Zähne ergeben, die bei 200 kg liegen.

Faßt man kurz die Ergebnisse all dieser Untersuchungen zusammen, so ergibt sich: daß die Kaudruckleistung der einzelnen Zähne nicht abhängig ist von der Mächtigkeit und Stärke der Kaumuskulatur, sondern von dem Periodontium des einzelnen Zahnes, wobei folgende Faktoren noch eine Rolle spielen: Der Zustand des Periodontiums und des parodontalen Gewebes, der Zahnpulpa, ferner Konstitution und Disposition des Patienten. Eine Leistungssteigerung läßt sich noch durch Training erreichen (Black).

Die zum Teil außerordentlich großen Kaudruckleistungen ließen aber auch Zweifel aufsteigen, ob der Mechanismus des Unterkiefers dem eines einarmigen Hebels entspräche. Bluntschli, Gysi, Bauer, Braus, Winkler und Weigele weisen in ihren Arbeiten darauf hin, daß der Druck, der den Processus condyloideus während der Zerkleinerung von Nahrungsteilen trifft, sehr gering oder sogar negativ sei. Aehnlichen Gedanken gibt

Balters Ausdruck, wenn er von dem Unterkiefergelenk als einem Schlottergelenk spricht, und Köhler, wenn er durch einen Phantomversuch an einem Unterkiefer die Kraftrichtungen der Kaumuskulatur (Masseter und Temporalis) aufzeigt.

Wustrow hat durch Versuche bewiesen, daß der Mechanismus des Unterkiefers nicht dem eines einarmigen Hebels mit dem Hypomochlion im Processus condyloideus entspricht, kommt aber auch durch rein sachliche Anordnung der Verhältnisse zu diesem Schluß. Wenn man der Annahme beipflichtet, daß der Unterkiefer während seiner Funktion ein einarmiger Hebel sei, so muß es verblüffen, daß der grazil gebaute Processus condyloideus und die Zwischengelenkscheibe sich beim Kauakt nie irgendwelche Verletzungen zuziehen, obgleich es häufig genug vorkommt, daß die Zahnreihenglieder beim Zerkleinern der Nahrung unvermutet auf harte Teile wie Knochenstückchen oder kleine Steine treffen und in diesem Moment die volle Kaukraft die Gelenkkopfgegend treffen müßte. Während auf der anderen Seite ein leichter Schlag oder Stoß, der den in Ruhelage befindlichen Unterkiefer trifft, zu einem Bruch des Processus condyloideus oder einer Stauchung des Unterkiefergelenkes führen. In seinen Versuchen beweist Wustrow, daß das Hypomochlion des Unterkiefers beim Kauakt in dem zu zerkleinernden Nahrungsteil liegt, daß der Unterkiefer um diesen dreidimensional schwingt. Der Unterkiefer ist schwebend in der Kaumuskulaur aufgehängt. Jakob findet auf Grund dieser Tatsachen für die zum Teil außerordentlichen Kaudruckleistungen folgende Erklärung:

> Wir können uns die Kaukraft theoretisch als lebendige Kraft = Fallkraft vorstellen. Bei vergleichender Betrachtung der oberen Zahnreihe mit der des Unterkiefers erkennen wir, daß die oberen Zahnreihenglieder, abgesehen von ihrer Aufhängevorrichtung durch die Wurzelhaut und der Elastizität der umgebenden Spongiosazüge, unbeweglich mit dem Gesichtsschädel verbunden sind. Dagegen weist das untere Kauorgan durch die Aufhängevorrichtung des Unterkiefers in den großen Kaumuskelpaaren sowie durch verschiedene Kieferkapselligamenta ein neuerlich elastisches Moment auf, durch welches der augenblickliche Kauüberdruck, auf eine längere Zeiteinheit verteilt, wirksamer wird als im Oberkiefer.

Ebenso hat sich bei all diesen Untersuchungen ergeben, daß die Bewegungsbahn des Unterkiefers von Mensch zu Mensch verschieden ist.

Aus der begrenzten Belastungsmöglichkeit der einzelnen Zähne und der individuellen Bewegungsbahn ergeben sich für therapeutische Maßnahmen, die den Ersatz verlorengegangener Zahnreihenglieder zum Ziele haben, zwei wichtige Schlüsse:

1. die Möglichkeit, die durch Verlust von Zahnreihengliedern eingetretene Verminderung der Kaukraft durch Anfertigung

eines entsprechenden Ersatzes (Brückenprothese) von den noch vorhandenen Zahnreihengliedern übernehmen zu lassen, ist begrenzt.

2. Der Ersatz hat den, dem Patienten eigenen Bewegungseigentümlichkeiten des Unterkiefers gerecht zu werden.

Hier interessiert nur das erstere. Es ist von verschiedenen Seiten der Versuch unternommen worden, durch Einführung von Kaueinheiten, die jedem Zahn zukommende Kaueinheit festzulegen. Morelli ging dabei von der Oberfläche des Periodontiums aus. Andere teilen dem Kauorgan eine bestimmte Zahl von Kaueinheiten zu und verteilen diese dann, von dem Hebelmechanismus ausgehend, auf die einzelnen Zähne, oder geben einem Zahn eine bestimmte Anzahl von Kaueinheiten, und je nach der Größe der übrigen Zähne wird diesen eine entsprechende Anzahl zugeteilt (Hentze und Römer, Rohrer, Feiler). Rosenthal mißt die gesamte Kraft des Kauorgans und teilt diese dann sinngemäß (Unterkiefer einarmiger Hebel) auf die einzelnen Zahnreihenglieder auf. Oder man mißt die Leistung des Kauorgans während einer bestimmten Zeit bei der Zerkleinerung eines Bisses (Christensen). Wustrow setzt die Oberfläche der Zahnreihenglieder in direkte Beziehung zum Kaudruck. Dabei zerlegt er die Kaukraft nach der Wirkungsrichtung und dem Querschnitt der entsprechenden Muskelgruppen in einen sagittalen, vertikalen und transversalen Anteil. Der Wirkungsmechanismus des Unterkiefers, der in der Kaumuskulatur hängt, wird nach dem Spiel der Muskulatur gewertet. Nach den neuesten Erkenntnissen wird diese Einteilung den Verhältnissen am besten gerecht. Um diese Werte der einzelnen Zähne diagnostisch und therapeutisch auswerten zu können, gibt Wustrow an, daß der Zahn um das doppelte der ihm zukommenden Belastungseinheit beansprucht werden kann. Dies wird begründet mit dem bilateralen Aufbau des Organismus. All diese Angaben haben aber nur Gültigkeit für den gesunden Zahn. Daß in der Tabelle von Wustrow die Oberfläche des Periodontiums nicht in Rechnung gestellt wird, liegt also daran, daß das Periodontium im normalen Fall so gestaltet ist, daß es den physiologischen Kaudruckgrößen gerecht wird. Diese Kaudruckgrößen liegen unter der maximalen Leistungsfähigkeit dieses Organes. Wustrow bezeichnet diese Kaudruckgrößen als die urnatürlichen Kaukraftgrößen. Diesen urnatürlichen Kaukraftgrößen entsprechen die in Wustrows Tabellen angegebenen Krafteinheiten der einzelnen Zähne. Wustrow kann diese Größen deshalb als Einheiten in seiner Tabelle aufführen, da er nachgewiesen hat, daß die Kauflächen der einzelnen Zähne in Bezug auf ihre Größe (innerhalb einer

Rasse) zueinander in einem ganz bestimmten Verhältnis stehen, das stets wiederkehrt[1].

Wie schon erwähnt liegt also die maximale Leistungsfähigkeit (vom bilateralen Aufbau des Organismus ausgehend) etwa bei der doppelten urnatürlichen Kaukraftgröße. In welchem Maße Erkrankungen des parodontalen Gewebes die Leistungsfähigkeit des Zahnes mindert, bedarf einer besonderen Untersuchung. In den allermeisten Fällen unserer brückenprothetischen Maßnahmen müssen wir Zähne als Pfeiler benutzen, die wurzelbehandelt werden müssen, entweder deshalb, weil sie kariös bereits so tief zerstört sind, daß bei ihnen eine chronische apicale Parodontitis besteht oder weil die Art des prothetischen Behandlungsmittels eine Wurzelbehandlung an einem gesunden Zahn notwendig macht. Die dadurch mögliche Leistungsminderung eines solchen Zahnes ist bei der Anfertigung des prothetischen Behandlungsmittels zu beachten. Handelt es sich um einen chronisch apical erkrankten Zahn, so versucht man diesen latenten Krankheitszustand durch einen chirurgischen Eingriff zu beheben. Herrmann (Dissertation Würzburg 1932) hat an so behandelten Zähnen Kaudruckmessungen vorgenommen. Leider lassen sich aus seinen Angaben keine Vergleiche mit den Leistungen vor der Behandlung anstellen, doch lassen die angegebenen Werte immerhin erkennen, daß in dieser Weise erfolgreich behandelte Zähne in ihrer Leistungsfähigkeit nicht allzusehr unter der gesunder Zähne liegen können. Hier soll der andere Fall untersucht werden. Wie schon erwähnt, wurde der Haber'sche Kaudruckmesser 3. Konstruktion angewandt. Dieser Apparat hat in der Literatur eine umfangreiche Würdigung erfahren. Haber selbst fordert von einem Kaudruckmesser, daß folgende zehn von ihm selbst aufgestellten Bedingungen erfüllt werden. Für den Gebrauch des Apparates hat er ebenfalls genaue Anweisungen herausgegeben.

1. Der Apparat muß einfach und handlich im Gebrauch sein.
2. In allen Teilen sterilisierbar.
3. Die Einzelmessung aller Zähne, auch letzter Molaren ermöglichen, ferner von lingualen Kanten, Kauflächen und Füllungen, ohne die Inanspruchnahme der bukkalen Fläche.
4. Der Apparat soll auf einfache Weise die Messung des Ober- und Unterkiefers ermöglichen, jedes Kiefers für sich und beide zueinander, sowohl im Ganzen als auch in großen und kleinen Teilabschnitten.
5. Die Aufbißflächen dürfen höchstens 10 mm voneinander entfernt sein und müssen bis zu 5 mm beim Kaudruck zusammengebracht werden bei einer Kraftentfaltung von 150 kg.

[1] Handbuch der Zahnheilkund von Bruhn, Kantorowicz, Partsch: 3. Bd. S. 313.

6. Der Apparat muß ohne Behinderung die Ausübung des Kaudrucks in allen Stellen ermöglichen.
7. Die Benutzung der Feder des Kaudruckmessers ist nur dann zulässig, wenn dazu Material und Anordnung auf lange Zeit ein Nachlassen ihrer Kräfte ausschließt. Gegebenenfalls die eingetretene Veränderung sofort zu erkennen bzw. auf einfache Art ohne erhebliche Zeitversäumnis festzustellen ist.
8. Die Feder soll auswechselbar sein, damit eine nach langem Gebrauch mögliche Differenz zwischen der Angabe der Anzeigevorrichtung und dem Resultat der Nachprüfung durch Auswechslung der Feder zu beheben ist, falls nicht die einfache Methode der Anrechnung auf Grund der Eichprüfung erfolgt und somit die erzielte Meßzahl auch ohne Umwechslung der Feder und doch genau auf einfache Weise praktisch verwendbar gemacht ist.
9. Der Apparat muß die Ausübung der Messung in wenigen Sekunden gestatten (für praktische Zwecke), aber auch eine minutenlange Meßdauer (für wissenschaftliche Zwecke) ermöglichen.
10. Die Konstruktion des Apparates muß zu gleicher Zeit die Hand- oder Fingerdruckmessung ermöglichen.

Ebenso versucht H a b e r den Bedingungen des Preisausschreibens der Rotterdam'schen zahnärztlichen Vereinigung aus dem Jahr 1911 gerecht zu werden, daß diese bei der Wichtigkeit, einen brauchbaren Kaudruckmesser für die Praxis zu besitzen, veranstaltet haben.

1. Das Instrument muß einen Druck bis 150 kg aushalten, bis auf 250 kg muß es genau sein, darüber hinaus darf bei Messungen die Abweichung höchstens 2 kg betragen.
2. Die Kontaktplatten müssen bei einer Distanz von höchstens 1 cm von außen gemessen voneinander entfernt in den Mund gebracht werden können.
3. Bei Druck über 20 kg muß das Gewicht gleich abzulesen oder leicht und bequem zu berechnen sein.
4. Wenngleich das Instrument den Druck nur nach einer Seite hin zu messen hat, muß es auch bei mäßiger Seitenverschiebung funktionieren.
5. Bei Frontbiß ist der Aufbiß zu messen, das Instrument muß möglichst solid und einfach und in den Teilen, die mit der Mundhöhle in Berührung kommen, sterilisierbar sein.
6. Die Kontaktplatten dürfen die Zähne nicht beschädigen; sie müssen so beschaffen sein, daß der Druck auf eine willkürliche Stelle zwischen den Kauflächen ausgeübt werden kann.
7. Der Apparat muß den Kaudruck in allen Kieferstellungen (Vorbiß, Seitbiß, Aufbiß, Schlußbiß) ermöglichen.

8. Der Kaudruckmesser muß Messungen von Kanten, Höckern und Füllungen ermöglichen.

Die ersten, die den Haberschen Apparat einer kritischen Nachprüfung unterzogen haben, sind Karl Greve, Münzesheimer und Diedrich. Diese Autoren kommen alle zu dem Ergebnis, daß mit dem Haberschen Kaudruckmesser die wirklichen kg-Druckleistungen nur sehr ungenau zu ermitteln sind. Dagegen sei der Apparat brauchbar, wenn man ihn zu Vergleichsmessungen an ein und demselben Zahn benutzen will. Karl Greve („Die Ergebnisse meiner Prüfung des Haberschen Kaudruckmessers") sagt zum Haberschen Kaudruckmesser folgendes:

„Schon die Betrachtung der Konstruktion des Haberschen Kaudruckmessers lehrt, daß der Zeigerausschlag an der Skala des Apparates bei bestimmten Beanspruchungen nur dann derselbe sein kann wenn die durch Federn verbundenen Aufbißplatten eine gleiche Lageveränderung zueinander erfahren. Wenn also die Federn stets in gleicher Weise elastisch deformiert werden. Das ist aber auf Grund der mechanischen statischen Gesetzmöglichkeit nur möglich, wenn die belastende Kraft an die genau selbe Stelle angreift. An diesem Fundament läßt sich nichts deuteln, mit anderen Worten, jede Veränderung der Lage des Angriffspunktes der belastenden Kraft an der Aufbißfläche muß einen anderen Zeigerausschlag hervorbringen. Zu diesem Schluß muß jeder kommen, der den Haberschen Kaudruckmesser sieht und nur über geringe Kenntnisse der Mechanik verfügt. Das stand längst für mich fest, bevor ich überhaupt an eine Prüfung des Haberschen Apparates heranging und ist deshalb nicht Gegenstand meiner Beschäftigung mit ihm gewesen." Greve schreibt dann weiter:

„Von der Erkenntnis ausgehend, daß der Habersche Kaudruckmesser überhaupt die Möglichkeit nur dann in sich schließt, brauchbare Resultate zu liefern, wenn bei gleicher Belastung die Beanspruchungen an gleicher Stelle erfolgen, konnte sich die Prüfung nur darauf erstrecken, ob erstens diese Möglichkeit nicht noch durch andere Momente, wie sie z. B. in der Spannkraft der Federn liegen, gestört wurde, und zweitens, wenn hier keine Fehlerquellen vorhanden sind, ob eine gleichmäßige Resultate gewährleistende, genügend genaue Einstellung des Apparates möglich ist." Greve kommt zu dem Schluß, daß bei gleichen Druckwerten und absolut gleicher Wiedereinstellung gleichbleibende Werte erreicht werden können.

Diedrich faßt seine Arbeit „Die Kaudruckmessung und ihre Notwendigkeit in der zahnärztlichen Praxis. Mit besonderer Berücksichtigung des Gnathodynamometers nach Haber" dahin zusammen:

„Der Habersche Apparat ist zwar nicht in der Lage, Meßresultate zu liefern, die dem wirklich geleisteten Druck kg-weise entsprechen. Hingegen ist er zuverlässig, wenn nur Vergleichsmessungen zwischen den einzelnen Zähnen eines Mundes gegenübergestellt werden sollen und wenn die Messung mit Aufbißkörpern oder Stentsunterlage vorgenommen wurden. Dabei sind die Graduierungsmarken als Einheiten, nicht als Kilogramme aufzufassen. Unter diesen Bedingungen ist eine spätere Messung von den vorangegangenen vergleichbar. Dieses gilt für Prämolaren und Molaren.

Für die Schneidezähne gilt eine andere Ueberlegung. Der, für deren Messung beigegebene Aufbißkörper gestattet zwar dem Zahne nicht, sich auf dem Apparate seitlich (d. h. vom Apparat) zu verschieben, wohingegen eine Verschiebung in der Längsrichtung der Apparatur bei Wiederholungsmessung, auch bei Verwendung von Stentsmasse (die dann einen Aufbißkörper überflüssig macht), nicht zu umgehen ist. Allenfalls ist durch Stents eine Wiederholungsmessung an ein und demselben Zahn genügend sicher. Aber keine Gewähr bietet mir die Apparatur für eine brauchbare Vergleichsmessung zweier Schneidezähne eben aus dem Grunde der Längsverschiebung, deren technische Bedeutung ich früher erwähnte.

Für Eckzähne wäre eine gute Meßmöglichkeit auch für Vergleiche verschiedener Zähne sowohl wie für Wiedermessungen zu erreichen, wenn ein Aufbißkörper vorhanden wäre, dergestalt, daß er die Eckzahnkronenspitze in einer leichten Versenkung aufnehmen könnte.

Würde man den Mitnehmer senkrecht unter der Bißplatte und zentral anordnen können, vielleicht entgegen der ersten Ausführung mit zentraler Kraftübertragung durch rechtwinklige Abknickung des kurzen Hebelarmes, so daß er unter die zentral und unter der oberen Bißplatte sitzende Stahlspitze faßt, so wären alle Abweichungen, die durch ein Seitlichverschieben und Verkanten der Bißplatte entstehen, wenn auch nicht voll behoben, so doch auf ein weit geringeres Maß beschränkt.

Ließe sich dann noch ein Weg finden, das Beißen auf blankes Metall zu verhüten, so würden sich dadurch der Wirklichkeit näherliegende Werte erzielen lassen können. Alles in allem ist der Habersche Apparat trotz seiner Mängel der bei weitem beste auf dem Markte, allein schon durch seine uneingeschränkte Verwendbarkeit, die Handlichkeit und die Sicherheit für Vergleichsmessungen, wenn man, wie gesagt, die Kilogramme der Skala als Einheiten betrachtet. Von praktischem Wert ist mir nicht die Feststellung der Leistung in genauer Kilogrammangabe, sondern vielmehr, ob ein Zahn nach einer gewissen Zeit noch dasselbe Druckvermögen hat wie vordem. Dieses zu ermessen, dazu genügt vollauf eine Bestimmung mit unbekannten, aber glei-

chen Einheiten. Mit derselben Zahleneinteilung stelle ich auch mit völliger Genüge einen aus der Gesamtreihe des Gebisses herausfallenden druckschwachen Zahn vergleichsmäßig fest. Ich muß zugeben, daß durch diese Einteilung eine Schwierigkeit entsteht: Wenn Meßresultate zweier Druckmeßapparate verglichen werden sollen."

Wohl mit die gründlichste Untersuchung des Haberschen Kaudruckmessers hat Jacob vorgenommen, und hat diesen Kaudruckmesser geprüft auf die zehn Forderungen hin, die Haber an einen solchen Apparat stellt und auch, wie sie das Preisausschreiben der Rotterdamschen Zahnärztevereinigung vorsieht. Jacob schreibt zu den Haberschen Forderungen:

„Punkt 1 ist bejahend zu beantworten. Wir können sehr wohl sagen, daß der Haber sche Kaudruckmesser äußerst einfach und handlich im Gebrauch ist.

Punkt 2, die Sterilisation aller seiner Teile betreffend, ist ebenfalls zu bejahen.

Zu Punkt 3 ist zu bemerken, daß die Einzelmessung aller Zähne mit Leichtigkeit vorgenommen werden kann, wenn auch letzte Mahlzähne, besonders bei Frauen, öfter nicht meßbar sind und auch die bukkale Backe des Apparates bisweilen an die Crista anterior des Ramus mandibulae drückt bezw. die sich darüber befindliche Schleimhaut in einen schmerzhaften Druckzustand versetzt wird. Linguale Kanten, Kauflächen und Füllungen sind solange meßbar, als der Apparat keine Kippbewegung ausführt, welche die auswirkende Kraft in nichtkontrollierbarer Weise beeinflußt. Wie ich schon früher erwähnte, sind die Metalleinsätze zum Messen der Kanten, Kauflächen und Füllungen für Patientenversuche nicht verwendbar, da sie die Zahnreihenglieder gefährden. Die Metallkegel, Kugeln und Zylinder müßten mit einer schützenden Fiberschicht versehen werden oder evtl. völlig aus Hartgummi oder einem ähnlichen Material bestehen.

Punkt 4 ist für die Haber sche Konstruktion ebenfalls bejahend zu beantworten. Es ist auf einfache Weise eine Messung des Ober- und Unterkiefers möglich, auch wenn man nicht die von Haber beigefügten Löffel benutzt, sondern sich eigene Löffel biegt und vermittels plastischer Abdruckmasse die Zahnreihenglieder jedes Kiefers versucht, als Ganzes zu fixieren. Jedoch ist damit die Frage noch nicht endgültig abgeschlossen, ob auf eine derartige Weise der wirkliche Gesamtdruck des Kauorgans meßbar ist, sondern es ist hier zu bejahen, daß eine Messung, so wie sie sich Haber vorstellt und die er als Messung des gesamten Ober- und Unterkiefers bezeichnet, möglich ist. Ebenso steht natürlich einer Messung der Kiefer in größeren oder kleineren Teilabschnitten nichts im Wege .

Die 5. Forderung besagt, daß die Aufbißplatten des Apparates

nicht weiter voneinander entfernt sein dürfen als 10 mm. In der Tat wird dieser Forderung entsprochen, wenn zwischen die Bakken die Vollfiberplatten eingeschoben werden; dagegen beträgt die Entfernung ein geringes mehr, wenn die Einsätze mit den Kerben D B C F E Verwendung finden. Die Aufbißflächen werden daher nicht durch einen Kaudruck von 150 kg auf 5 mm zusammengebracht, sondern es nähern sich die Platten, versehen mit Vollfiberaufbißkörpern, nur auf maximal 8 mm. Diese Zahl resultiert daraus, daß die Entfernung zwischen den Platten 2 mm, die jeweilige Plattenstärke 1,5 mm betragen. Also sind die beiden Platten zusammen 3 mm stark, und ist die innere Entfernung von Platte zu Platte 5 mm − 3 mm = 2 mm. Es ist, wie oben erwähnt, die Entfernung der Aufbißplatten bei Verwendung von Vollfiberauflagen 10 mm, d. h. eine Vollfiberplatte hat eine Dicke von 2½ mm. Bei maximalem Druck von 150 kg werden die Platten nur um den inneren Zwischenraum von 2 mm gegeneinander bewegt; es resultiert ein äußerer Abstand der Aufbißkörper von zweimal Plattenstärke à 1,5 mm und zwei Aufbißplatten à 2,5 mm = 5 mm, zusammen 8 mm. Ferner fällt es auf, daß bei Verwendung medialer Kugeln und bei Belastung der Aufbißplatten durch Punkt- oder schneideförmige Druckerzeugung eine Durchbiegung der Stahlplatte an der jeweiligen Stelle auftrat, so daß sich die Platten nicht völlig flächenhaft berühren, sondern mehr oder minder in einer flachen Kugelwölbung. Dabei klaffen natürlicherweise die Bänder und ist dort die jeweilige Entfernung der Oberflächen der Aufbißkörper um ein geringes größer.

Der 6. Forderung, daß der Apparat ohne Behinderung die Ausübung des Kaudruckes in allen Bißstellungen ermögliche, ist nur bedingt zuzustimmen. Solange die Aufbißflächen gleichzeitig von den Zahnreihengliedern in mehreren Punkten belastet werden, ist eine Messung der üblichen Bißphasen bei nicht zu extremer Ausübung desselben wohl möglich. Jedoch, sobald die Aufbißflächen jeweils exzentrisch nur in einem Punkt getroffen werden, verkantet der Apparat, und wir haben unkontrollierbare Nebenwirkungen vor uns. Der Ansicht H a b e r s, die er unter Spalte 7 äußert, daß die Benutzung der Feder zur Kaudruckmessung nur dann zulässig sei, wenn Material und Anordnung auf lange Zeit hinaus ein Nachlassen der Kräfte ausschließen und eine eingetretene Veränderung sofort zu erkennen sei, ist unbedingt zuzustimmen. Soweit diese Forderung den H a b e r schen Kaudruckmesser betrifft, kann man sich dahingehend äußern, daß bei sorgfältiger Handhabung der Federanordnung dieses Gnathodynamometers die Möglichkeit in sich birgt, für eine gewisse Zeit eine gewisse Konstanz zu wahren. Für den Fall, daß Veränderungen eintreten sollten, könnten durch zentrale Gewichtsbelastungen Nacheichungen vorgenommen werden.

In Punkt 8 fordert H a b e r die Auswechselbarkeit der Feder

und ist ihm darin zuzustimmen, wie auch der Vorschlag der Nacheichung gangbar erscheint.

Die neunte Forderung, daß die Messungen in wenigen Sekunden ausgeführt werden können, ist bei dem Gnathodynamometer nach Haber erfüllt, aber auch eine minutenlange Meßdauer würde sich ermöglichen lassen, wenn man die Klemmwirkung der Feder in ihrem Drehpunkt aufheben würde.

Was die Hand- und Fingerdruckmessungen betrifft, so ist der Apparat in dieser Beziehung als zufriedenstellend zu betrachten."

Und zu den Forderungen des Preisausschreibens der Rotterdamschen zahnärztlichen Vereinigung schreibt Jacob:

„Punkt 1 ist für den Kaudruckmesser nur bedingt als erfüllt anzusehen. Wenn er auch die Möglichkeit in sich birgt, bei zentraler Einstellung eine Belastung bis 150 kg auszuhalten, so ist doch, wie Haber selbst angibt, in den exzentrischen Teilen der Aufbißplatten eine derartige Belastung zu vermeiden, um Deformationen der Federn vorzubeugen. Ferner zeigt die Skala nur bis 150 kg an und sind die Abweichungen größer als die zugebilligte Differenz von 2 kg. Auch zeigen die Aufbißplatten in ihren verschiedenen Einsatzpunkten unverhältnismäßig größere Abweichungen bei allen Drucken.

Durch Verwendung der Umrechnungstabellen nach Haber wird wohl die Möglichkeit bestehen, genauere Resultate zu erzielen; die geforderte Genauigkeit von 2 kg wird jedoch nicht eingehalten.

Punkt 2 ist als erfüllt zu betrachten, wenn auch diese Forderung nur bei Vollfiberplatten bejaht werden kann, dagegen zeigen die mit z. B. beiderseits medialen Kugeln versehenen Aufbißplatten eine gegenseitige Entfernung von 14,5 mm.

Punkt 3 der Rotterdamschen Forderung ist ebenfalls als nicht völlig befriedigend erfüllt anzusehen, da die Eichangaben der Maßskalen nur zu einem gewissen Prozentsatz wirklichem Kilogrammwert entsprechen, wenn auch die Umrechnung der exzentrischen Einsatzwerte bei einwandfreier Eichung als leicht und einfach zu erklären ist. Jedoch tritt immer die Frage an uns heran, ob es möglich ist, in der Mundhöhle derartige exakte Einstellungen vorzunehmen, daß diese Resultate mit Versuchsreihen außerhalb der Mundhöhle gewonnen vergleichbar werden. Wir haben gesehen, welche Unterschiede die Verschiebung in exzentrischer Richtung von nur ¾ mm hervorruft und wieweit die Resultate der diese Abweichung verkörperten Kerbe B C von der Mittelkerbe E abweichen. Auch die Einstellung der plastischen Abdruckmasse gewährleistet keine einwandfreien Resultate. Durch die Stensumhüllung wird die Belastung auf die Aufbißplatte noch flächenhafter, als wenn die Messungen ohne dieselbe vorgenommen werden, und ist das Endergebnis skeptischer anzusehen als eine Messung ohne plastische Abdruckmasse. Der einzige Vorteil

der absolut gleichen Einstellung bei der zweiten Messung oder anderer Wiederholungen stößt auf die Schwierigkeit der Sterilisation, wie auch diese Art der Messung, bei z. B. allen Zähnen einzeln durchgeführt, eine ungeheure Zeitversäumnis mit keiner ihr entsprechend besseren Möglichkeit der Kaudruckmessung darstellt. Gleichzeitig beeinflußt das Stenszwischenlager die Resultate, wie ich an Hand meiner Versuche mit Gummiplatten und Vollfiberplatten nachweisen konnte.

Die vierte Forderung wird von dem Kaudruckmesser erfüllt; er vermag auch bei mäßiger Seitenverschiebung Meßresultate zu liefern.

Punkt 5 entspricht der Apparat ebenfalls in allen seinen Teilen. Er ist einfach, verfügt über eine größere Stabilität, ist in allen seinen Teilen sterilisierbar.

In Punkt 6 wird dargelegt, daß die Kontaktplatten die Zähne nicht schädigen dürfen. Meine Ansicht über die Metalleinsätze Habers geht dahin, daß sie zu Patientenmessungen ungeeignet sind.

Ob Punkt 7 erfüllt wird, hängt von den verwandten Aufbißkörpern ab und von der Größe, mit der die einzelnen Bißphasen ausgeführt werden.

Punkt 8 berührt eng die Ausführungen unter 6 und 7 und würde der Kaudruckmesser seinen Anforderungen entsprechen, wenn dazu geeignete Aufbißkörper vorhanden wären."

In 60 Patientenversuchen hat Jacob die Brauchbarkeit des Apparates für die Praxis geprüft. Das Resultat sei, daß der Kaudruckmesser nach Haber eine Messung innerhalb weniger Sekunden gestattet. Für Messungen in der täglichen Praxis ist der Apparat, um Vergleichswerte der einzelnen Zahnreihenglieder zu erhalten, als klinisch zuverlässig zu erachten. Für wissenschaftliche Zwecke müßte eine genauere Eichung stattfinden, wenn es auch dann noch fraglich ist, ob es mit einer Aufbißplatte, die bei Belastung in jedem Punkt einen verschiedenen Skalenausschlag hervorruft, möglich ist, einwandfreie Resultate zu erzielen.

Noch einige Angaben aus der Jacobschen Arbeit, die die Schwierigkeiten, die bei Kaudruckmessungen auftreten, zeigen, seien hier zitiert. Dabei werden einige schon gegebene Hinweise wiederholt werden. Jacob sagte:

„Auch wenn wir den Willen des Patienten, eine maximale Leistung zu erzielen, als variablen Wert ausschalten, bleiben Momente bestehen, die eine höhere oder geringere Meßstufe jeweils bedingen. So können wir die Beobachtung machen, daß die Zahnreihenglieder am frühen Morgen, bevor sie irgendwelche andere Kauleistungen ausgeführt hatten, gemessen, schon bei verhältnismäßig niederen Drucken schmerzempfindlich waren. Es wäre zu entscheiden, ob die Wurzelhaut durch nächtliches Knirschen bzw. durch tonische Kaumuskelkrämpfe, wie sie bei vielen

unserer Patienten nächtlicherweise bis zur stundenlangen Dauer auftreten, in ihrer Ernährung gestört wird und somit eine Uebersensibilität bedingt ist, oder ob die physiologische Ruhelage, wie sie die Zahnreihenglieder normalerweise nachts einnehmen sollen, bedingt, daß am Morgen die Wurzelhaut eine geraume Zeit benötigt, um sich auf eine stärkere Druckbelastung allmählich einzustellen. Auch scheint es, als ob die Kaukraftleistungen während der Tageszeiten variabel sind. Weiterhin sind Erkältungen, auch wenn sie in einer so schwachen Erscheinungsform auftreten, daß der Patient sein sonstiges Allgemeinbefinden nicht beeinträchtigt fühlt, Faktoren, die eine starke Druckverminderung der Kaukraft hervorrufen, insbesondere an wurzelbehandelten Zähnen, de stets einen locus sinoris resistentiae darstellen.

Das Resultat der Messung mit dem Kaudruckmesser hängt weiterhin davon ab, wie schnell der Zusammenbiß vom Patienten ausgeführt wird. Dadurch, daß die Skalennadel des Apparates auf ihren höchstmöglichen Ausschlag fixiert wird, werden zum Teil auch augenblickliche Ueberdruckleistungen, wie wir sie beim fallenden Gewicht nachweisen können, gemessen. Es kann aus diesem soeben angeführten Grund die Doppelmessung wiederum unterschiedliche Resultate auch bei medialer Einstellung zeitigen.

Daß die Unterlage der Aufbißplatte (Fiberplatte; Gummiplatte) die Messungen beeinflußt, konnte versuchstechnisch erprobt werden. Das Resultat war, wie an anderer Stelle näher erläutert wird, daß Gummiplatten als Auflage zur Druckmessung völlig ungeeignet sind.

Von Einfluß auf die Kaudruckwerte ist die Höckerbildung der einzelnen Zahnreihenglieder. Zähne mit sehr stark ausgeprägter spitzer Formgebung sind Kippmomenten naturgemäß mehr ausgesetzt als solche mit breiten Schneidekanten und abgerundeten Okklusalflächen.

Auf Grund dieser kritischen Untersuchung ist bei den in dieser Arbeit vorgenommenen Messungen versucht worden, all diese Unzulänglichkeiten weitgehendst auszuschalten. Die größte Schwierigkeit lag darin, daß die zu vergleichenden Messungen Tage, manchmal Wochen auseinanderlagen. In den meisten Fällen sind die Messungen mit eingelegten Vollfiberplatten vorgenommen worden. Für jeden zu untersuchenden Zahn sind neue Platten eingelegt worden, so daß durch die Einbißkerben eine genaue Wiedereinstellung gewonnen werden konnte. Die Fiberplatten sind in ihrer Breite den einzelnen Zähnen angepaßt gewesen. In einigen Fällen sind zentral eingestellte Aufbauten aus Weißmetall angefertigt worden. Der Versuch, durch plastische Abdruckmasse gleiche Wiedereinstellung zu erreichen, hat sich als unzulänglich erwiesen. Um Fehler, die in der andersgelagerten Disposition des Patienten bei der zweiten Messung hätten liegen können, auszuschalten, sind bei jeder Messung noch Kontrollmessungen an ge-

sunden Zähnen ausgeführt worden und zwar an solchen, an denen sich eine zentrale Einstellung der Aufbißflächen zueinander leicht hat erreichen lassen. Außerdem ist noch durch Kontrollmessung festgestellt worden, ob der zu untersuchende Zahn durch irgendwelche Einflüsse in seiner Leistungsfähigkeit geschwächt gewesen ist. Bei jedem Patienten ist ein genauer Befund der Mundhöhle aufgenommen worden. Dagegen sind die Fälle nicht nach Alter, Geschlecht und Konstitutionstyp geordnet, was bei der geringen Zahl der Fälle nicht gut auszuwerten ist, obgleich man sich bewußt sein muß, daß auch diese Angaben für die Ergebnisse von Wert sein können. Es ist ferner darauf verzichtet worden, die wirkliche Leistungsfähigkeit in Kilogramm auszumessen, sondern die Zahlen sind als algebraische Einheit zu werten. und daher miteinander zu vergleichen. Es wurden jedesmal, wie Haber dies angiebt, zwei Messungen vorgenommen und aus diesen das arithmetische Mittel gewertet.

Die Pulpa des Zahnes ist entweder unter Injektion oder nach vorhergehender Arseneinlage entfernt worden. Beide Methoden haben nach meinen Feststellungen keinen Einfluß auf den Ausfall des Ergebnisses. Die Wurzelfüllung ist nach der in der orthopädischen Abteilung der Würzburger Klinik üblichen Methode vorgenommen. Der mit Königswasser und mit Thymolwasser peinlichst gesäuberte Wurzelkanal wird mit einem aus Thymolwasser und Jodoformpulver bestehenden Brei gefüllt. Darauf wird das Thymolwasser mit einem sterilen Wattefaden abgeaugt und durch Chloroform ersetzt. Alsdann wird ein Guttaperchastift eingeführt und solange Chloroform nachgepumpt, bis dieser in dem Chloroform pastig wird. Mit einem Wurzelstopfer wird die Guttapercha apicalwärts geschoben. Dabei entsteht in der Guttapercha, die den Kanalwänden innig angedrückt ist, ein neuer Kanal. In ihm wird ein zweiter Stift eingeführt und mit dem Wurzelstopfer apicalwärts gepreßt, bis angenommen werden kann, daß der Wurzelkanal bis zum Foramen apicale ausgefüllt ist. Jeder Guttaperchastift wird — bevor er in den Kanal eingeführt wird — sorgfältig in Jodoform-Thymol-Brei gewälzt, so daß seine gesamte Oberfläche mit Sicherheit keimfrei ist. Es ist jetzt bei sorgfältiger Ausführung dieser Maßnahme zu erwarten, daß die Chloroformguttaperchapaste und das vorher eingeführte Jodoform den Wurzelkanal wandständig ausfüllen. Es sei hier kurz die Tabelle, die den Kaukraftverlust in Prozenten angibt, angeführt.

Die Zeit, die zwischen Wurzelfüllung und zweiter Messung liegt, ist ebenfalls in Betracht gezogen worden. Nach Entfernung der Pulpa, sei es unter Injektion oder nach Arseneinlage, ist zunächst für zwei Tage eine sterile Einlage in den Wurzelkanal gemacht worden, um etwa auftretende entzündliche Erscheinungen im apicalen parodontalen Gewebe abklingen zu lassen. Frühestens acht Tage nach durchgeführter Wurzelfüllung ist die zweite

Fall Nr.	Vor der Wurzelbehandlg.	Arithm. Mittel	Nach der Wurzelbehandlg.	Arithm. Mittel	Diff.	Diff. in %	Diff. der Kontr. M.*	Kaukraftverlust i. %	Zeit 2. M. Tage	Zeit 3. M. Tage
1	$\overline{\lvert 5}$ 22,5 : 24,5	23,5	17 : 17	17	— 6,5	— 27,7	— 6,2	— 21,5	18	104
2	$\overline{\lvert 2}$ 20 : 18,5	19.25	14 : 14	14	— 5,25	— 27		— 27	11	
3	$\underline{4\rvert}$ 20 : 19	19,5	15 : 15,5	15.25	— 4,25	— 22,2		— 22,2	13	
4	$\underline{\lvert 1}$ 21,5 : 22	21.75	18 : 18	18	— 2,75	— 18,9		— 18,9	13	
5	$\underline{3\rvert}$ 35 : 36	35,5	28 : 31.5	29,75	— 6,25	— 17,5	— 2,2	— 15,3	8	
6	$\underline{\lvert 4}$ 13 : 12	12,5	9 : 9,5	9,25	— 3,25	— 26	— 6,5	— 19,5	8	
7	$\underline{2\rvert}$ 24 : 26	25	18 : 17,5	17,75	— 7,25	— 28,9	— 2,2	— 26,7	8	
8	$\underline{1\rvert}$ 21 : 22	21,5	18 : 18	18	— 3,5	— 16,4		— 16,4	8	
9	$\underline{\lvert 2}$ 22 : 25	23.5	16 : 18	17	— 6,5	— 28	— 2	— 26	8	
10	$\underline{\lvert 3}$ 38 : 39	38,5	29 : 30	29,5	— 8,5	— 22,2	— 2	— 22,2	8	
11	$\underline{\lvert 3}$ 17.5 : 20	18,75	17 : 17	17	— 1,75	— 9		— 9	11	
12	$\underline{3\rvert}$ 55 : 60	57.5	48 : 50	49	— 8,5	— 15,1		— 15,1	33	
13	$\underline{\lvert 1}$ 18 : 18	18	16 : 16	24,5	— 2	— 11,1		— 11,1	32	
14	$\underline{\lvert 1}$ 10,5 : 9,3	9,9	6,5 : 7	6,75	— 3,15	— 31,9	— 1,9	— 30	14	
15	$\underline{\lvert 3}$ 27 : 32	29,5	25 : 24	16	— 5,5	— 19	— 1,9	— 17,1	14	
16	$\underline{1\rvert}$ 23,5 : 25	24,25	21 : 20,5	20,75	— 3,5	— 14,5	+ 4	— 18,5	15	
17	$\overline{5\rvert}$ 130 : 110	120	110 : 90	100	— 20	— 16,7	+ 8,3	— 25	25	90
18	$\underline{3\rvert}$ 23 : 25	24	21 : 20,5	20,75	— 3,25	— 13,5		— 13,5	55	
19	$\underline{\lvert 3}$ 24 : 24	24	11,5 : 12,5	12	— 12	— 50	— 35	— 15	24	
20	$\overline{\lvert 5}$ 20 : 21,5	20,75	17 : 17,5	17,25	— 3,25	— 15,7	— 1,7	— 14	8	
21	$\underline{3\rvert}$ 18 : 18	18	15 : 16,5	15,75	— 2,25	— 12,5	+ 3,1	— 15,6	12	

* Die in dieser Rubrik angegebenen Zahlen geben in % an, um wieviel die Leistung des Patienten auf Grund seiner Disposition größer oder kleiner war.

Messung erfolgt. Dieser Zeitraum ist ebenfalls in der Absicht eingeschoben worden, etwa auftretende entzündliche Erscheinungen abklingen zu lassen. Bei keinem der hier untersuchten Fälle hat sich aus den Angaben des Patienten, noch durch Perkusionsbefund ergeben, daß auf die Entfernung der Pulpa noch auch die Durchführung der Wurzelfüllung eine Entzündung im Bereiche des die Zahnwurzel umgebenden Gewebes hervorgerufen hätte. In zwei Fällen konnte auf die zweite Messung noch eine dritte erfolgen. Der Zeitraum, der zwischen Abfüllen des Wurzelkanals und dieser Messung lag, betrug ¼ Jahr. Doch haben sich keine Aenderungen im Ergebnis der zweiten und dritten Messung ergeben. Dies Ergebnis kann ein zufälliges sein.

Bei Auswertung der Tabelle ergibt sich zunächst, rein zahlenmäßig gesehen, als größter Kaukraftverlust, ein solcher von 30%, während alle anderen Werte einen zum großen Teil erheblich geringeren Verlust zeigen. Bei vier Fällen ein solcher von etwa 25%. Aus dieser ganz oberflächlichen Betrachtung heraus kann man schon angeben, auch aus ähnlichen Untersuchungen, die von anderer Seite aus erfolgt sind, daß die physikalische diagnostische Wertung wurzelbehandelter Zähne mit einem Kaukraftverlust von 50%, wie dies durch Wustrow vertreten wird, mit Sicherheit eine Ueberbewertung der Belastungsfähigkeit des Zahnes ausschließt.

So hat Matzner (Diss. Würzburg 1935) in ihrer Arbeit untersucht, wie groß der Verlust eines Zahnes an Belastungseinheiten durch Wurzelbehandlung ist. Sie vergleicht dabei den wurzelbehandelten Zahn der einen Kieferseite mit dem gesunden Zahn der anderen Kieferseite. Diese Messungen sind an 128 Fällen durchgeführt worden und dabei verloren die wurzelbehandelten Zähne durchschnittlich 34% ihrer ursprünglichen Belastungsmöglichkeit. Diese Zahl gibt den Gesamtdurchschnitt von sämtlichen 128 Fällen an. Im einzelnen gesehen zeigen 49 Fälle einen Verlust von 50% und mehr ihrer ursprünglichen Belastungsfähigkeit. Die Zahl erscheint hoch. Doch ist dabei folgendes zu beachten: 23 dieser Fälle zeigen im Röntgenbild einen rarefizierenden osteomyelitischen Herd, 20 eine deutliche Verschattung. 6 Fälle zeigen keine röntgenologisch nachweisbare Veränderung im Bereiche der Wurzelspitze. Matzner hat aber marginale parodontitische Veränderung nicht gewertet. Ebenfalls ist zu bedenken, daß vergleichende Messungen zwischen Schneidezähnen sich mit dem Haberschen Aparat nur sehr schwer ausführen lassen. Eine gleiche Wiedereinstellung des Meßapparates ist mit Sicherheit nur an einem und demselben Zahn zu erreichen. Die Werte, die also für diese Teile angegeben sind, sind sehr vorsichtig auszuwerten.

Untersucht man die obigen Fälle, die in der Tabelle Kaukraftverluste von ⅓ bis ¼ ihrer ursprünglichen Kaukraft ver-

loren haben, genauer, so erhält man für seine Ueberlegungen ein noch bestimmteres Bild. Bei dem unter Nr. 14 angegebenen Fall handelt es sich um einen Patienten, bei dem der Zustand der Mundhöhle durch folgenden Befund gegeben wird:

Zahnbild: o-oo o-o-

.76.4321 | 1.34.6.8

.7.54321 | 12345..8

Es handelt sich um einen 47jährigen kräftigen, mittelgroßen, gesund aussehenden Patienten (Pykniker). Das Gebiß ist normal entwickelt, mit kräftigen, kariesfreien Zähnen, deren Höcker abgekaut sind. Zahnsteinablagerungen im Frontzahnbereich des Unterkiefers. Im Oberkiefer wie im Unterkiefer besteht eine Parodontitis marginalis chronica, die im Bereich der oberen Frontzähne weiter fortgeschritten ist, als im Unterkiefer. Die Zahnhälse der Frontzähne liegen etwa 1½ bis 2 mm frei, gleichzeitig besteht eine geringe Lockerung, am stärksten am oberen linken mittleren Schneidezahn. Der Zahn reagiert auf faradischen Strom genau so, wie der entsprechende auf der anderen Seite. Auf Befragen gibt der Patient an, daß er vorwiegend auf der linken Seite kaut. Kaudruckmessungen zeigen für den mittleren Schneidezahn oben links gegen den mittleren Schneidezahn oben rechts eine bedeutend geringere Leistung. Die beiden Brückenprothesen occludieren und articulieren schlecht. Zu der bestehenden chronischen marginalen Parodontitis hat sich zweifellos eine Arbeitsüberlastung dieses Zahnes gesellt, die bereits zu einer erheblichen Leistungsminderung des Periodontiums geführt hat. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei dem unter Nr. 3 angegebenen Fall.

Zahnbild! FüFü o o o o Fü

.7654...|1234567

..654321|12345.7.

Fü Fü

Es handelt sich um eine Krankenschwester, die zu uns kommt, um sich einer prothetischen Behandlung am Oberkiefer zu unterziehen. Vergleichende Messungen ergaben für 4 oben rechts 20 : 19 kg und für 4 oben links 25 à 24 kg. Auch hier scheint der Zahn in seiner Kaukraftleistung schon etwas nachgelassen zu haben. Die Patientin kann sonst keine uns hier interessierenden Angaben machen.

Für die anderen zum Teil erheblichen Kaukraftverluste erhält man eine Erklärung, wenn man die Fälle in der Tabelle nach den Zahnformen anordnet. Es ergibt sich, daß die Zähne, die ein verhältnismäßig kleines Periodontium haben, unter derartigen Maßnahmen bedeutend stärker leiden, als solche mit verhältnismäßig großer Wurzelhaut, was als Tatsache immerhin einleuchtend wäre.

Zahn	Kaukraft-verlust in %
$\frac{\|1}{}$	— 18,9
$\frac{\|1}{}$	— 16,4
$\frac{\|1}{}$	— 11,1
$\frac{1\|}{}$	— 30
$\frac{1\|}{}$	— 18,5
$\frac{\|2}{}$	— 27
$\frac{\|2}{}$	— 26,7
$\frac{2\|}{}$	— 26
$\frac{\|3}{}$	— 15,3
$\frac{\|3}{}$	— 20,2
$\frac{\|3}{}$	— 9
$\frac{\|3}{}$	— 15,1
$\frac{3\|}{}$	— 17,1
$\frac{3\|}{}$	— 13,5
$\frac{3\|}{}$	— 15
$\frac{3\|}{}$	— 15,6
$\frac{\|4}{}$	— 22
$\frac{4\|}{}$	— 19,5
$\frac{\|5}{}$	— 21,5
$\frac{\|5}{}$	— 25
$\frac{5\|}{}$	— 14

Als solche Zähne kommen in erster Linie die oberen seitlichen Schneidezähne und die unteren Schneidezähne in Frage. Auch in der Matznerschen Arbeit zeigen die oberen seitlichen Schneidezähne und die unteren Schneidezähne sehr erhebliche

Kaukraftverluste. Doch gilt hier das bereits Gesagte über Vergleichsmessungen an Schneidezähnen. Immerhin seien aus dieser Arbeit in einer Tabelle die Kaukraftverluste der oberen seitlichen und unteren Schneidezähne angegeben:

Fall Nr.	Zahn	Rb.*	Kaukraftverlust i. %
31	$\lfloor\underline{2}$		20
38	$\lfloor\underline{2}$	H	72
39	$\underline{2}\rfloor$	H	72
44	$\underline{2}\rfloor$	V	50
63	$\underline{2}\rfloor$	V	40
75	$\lfloor\underline{2}$		42
77	$\underline{2}\rfloor$	V	50
86	$\underline{2}\rfloor$	V	33
92	$\underline{2}\rfloor$		6
95	$\overline{2}\rfloor$	V	20
98	$\lfloor\overline{2}$	V	13

Die Schneidezähne sind im gesunden Kauorgan durch besonders günstige statische Verhältnisse gegen die auf sie treffenden Kaukräfte geschützt. Im Unterkiefer ist dies ohne weiteres aus der Lage des Zahnbogens gegen den oberen verständlich. Im Oberkiefer liegen die Verhältnisse nicht wesentlich anders. Die Kaukräfte, die im Frontzahngebiet zur Wirkung kommen, sind, außer vertikal gerichteten, im Oberkiefer frontal und im Unterkiefer dorsal gerichtete. Bei der gelenkigen Verbindung zwischen der knöchernen Alveole und der Zahnwurzel findet eine vertikale Bewegung und eine Drehung, etwa in der Mitte der Zahnwurzel um eine medial distal gerichtete Achse statt, so daß sich also im Oberkiefer die Wurzelspitzen leicht nach einwärts neigen und einander nähern, die Schneiden dagegen nach frontal richten und auseinanderstreben. Im Unterkiefer bewegen sich die Wurzel-

* Rb. = Röntgenologischer Untersuchungsbefund
H = Herd
V = Verschattung

spitzen leicht nach frontal und auseinander, während die Schneiden sich nach innen und zusammendrängen. Es findet dies auch im anatomischen Bau der diese Zähne tragenden Knochen seinen entsprechenden Ausdruck. Die Knochenmassen, die die oberen Frontzähne tragen, sind durch die Kieferhöhle nicht so weitgehend ausgehöhlt, als dies im Bereiche der Molaren der Fall ist, während im Unterkiefer durch die Ausprägung des Kinns dasselbe erreicht wird. Wieweit dies von Einfluß ist, möge die Tatsache erhellen, daß bei einer Protrusion des Unterkiefers die Bildung der Kinnspitze anders ist. Es kommt nicht zu einer so starken Auswölbung in der Kinnspitze. Daß für diese Formgebung nicht nur die Zahnstellung ausschlaggebend ist, sondern auch die Muskelgruppen, die hier liegen, beteiligt sind, ist bekannt. Im Seitenzahngebiet liegen die Verhältnisse ähnlich. Doch sind die Kaukräfte, die hier zur Wirkung kommen, in ihrem größten Anteil vertikal gerichtet. Den in anderer Richtung liegenden Kaukräften wie lateral, medial und distal, wird der Organismus ebenfalls durch entsprechende Maßnahmen gerecht, wie es der schräg nach außen unten verlaufende Querschnitt der Unterkieferknochen leiste mit einer Verdickung (Basis mandibulae) ähnlich wie beim Kinn, Speesche Kurven, Höckerbildung und im Oberkiefer Vergrößerung der Wurzelhautoberfläche, Verdichtungen in der Spongiosastruktur der Maxilla usw. zeigen.

Uebersieht man unter diesem Gesichtswinkel die Verhältnisse, so ist einleuchtend, daß Störungen in diesem statischen Gleichgewicht bei dem innigen Verflochtensein all dieser Dinge miteinander, zu Komplikationen führen müssen, und daß sich diese im Frontzahngebiet am leichtesten verhängnisvoll auswirken können. Bei Lücken im Frontzahngebiet ergibt sich z. B. folgendes: Die der Lücke benachbarten Zähne finden bei Belastung nicht mehr die Abstützung an ihren Nachbarzähnen. Ihre Oberfläche, an der die Kaukraft zur Wirkung kommen kann, ist um etwa ein Viertel bis ein Fünftel vergrößert. Daß bei diesen Zähnen, besonders im Unterkiefer, das verhältnismäßig kleine Periodontium leichter überbeansprucht wird, liegt nahe. Und wir beobachten ja auch tatsächlich bei unseren Patienten, daß dies der Fall ist. Die der Lücke benachbarten Zähne werden ebenfalls bald locker und arbeitsunfähig. Parodontale Erkrankungen nehmen aus denselben Gründen im Frontzahngebiet einen schnelleren Verlauf, als in den übrigen Zahnreihenabschnitten.

Diagnostisch sind also Lücken im Frontzahnbereich ernster und anders zu werten als im Seitenzahnbereich. Es gilt hier immer in erster Linie den Bestand der noch vorhandenen Zähne durch prothetische Maßnahmen so zu sichern, daß Lückenlosigkeit besteht und daher statisch günstigere Bedingungen geschaffen sind, während es hier weniger darauf ankommt, Kaukrafteinheiten zurückzugewinnen. Daß diese gleichzeitig gewonnen werden, ist

eine weitere Indikation für derartige Maßnahmen. Es ist kein Zufall, daß die Schienung im Frontzahnbereich bei parodontalen Erkrankungen noch immer das souveräne Behandlungsmittel darstellt. Es wäre vielleicht noch daran zu denken, auf irgendeine Weise bei solchen überbelasteten Frontzähnen die Verhältnisse durch Verkleinerung der Oberfläche oder Ausgleichen eines starken Ueberbisses zu verbessern.

Faßt man die Ergebnisse der Tabelle zusammen, so ergibt sich, daß in keinem Fall eine Kaukraftminderung von über 50% eintritt. Die physikalisch-diagnostische Wertung wurzelbehandelter Zähne mit einer Kaukraftverminderung von 50% ist so gewählt, daß ein diagnostischer Irrtum ausgeschlossen werden kann.

Die Größe der Kaukraftminderung gesunder Zähne durch Wurzelbehandlung ist abhängig:

1. von der Größe der Oberfläche des Periodontium und zwar so, daß bei kleiner Oberfläche der Verlust größer ist als bei großer Oberfläche;
2. davon, ob das Periodontium des Zahnes bei seiner Funktion bereits bis zu seiner größten Leistungsfähigkeit oder darüber hinaus beansprucht worden ist, wobei bei bereits vorliegender Höchstbeanspruchung oder darüber hinaus eine größere Kaukraftminderung durch Wurzelbehandlung eintritt.

Im Lückengebiß sind Frontzähne wegen ihres kleinen Periodontiums und ferner Zähne, die unter 1 und 2 fallen, besonders gefährdet und durch Gegenmaßnahmen zu schützen.

Zum Schlusse meiner Arbeit möchte ich mir erlauben, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. med. et med. dent. P. Wustrow für all die liebenswürdigen Förderungen auf diesem Wege meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

LITERATUR-VERZEICHNIS.

Diedrich, F.: Die Kaudruckmessung und ihre Notwendigkeit in der zahnärztlichen Praxis. Mit besonderer Berücksichtigung des Gnathodynamometers nach Haber. Zahnärztl. Rundschau 1928, H. 13, Spalte 506—511 B. 14, Spalte 540—545.

Eckermann: Physiologische Bedeutung der Kieferbelastung und ihre Ermessung. Dt. Mschr. Zhlkde. 1911, Nr. 11, S. 681.

Greve: Ergebnisse meiner Untersuchungen über den Haber'schen Kaudruckmesser. Dt. Mschr. f. Zhlkde. 1926, Nr. 17, S. 617.

— Die Ergebnisse meiner Prüfung des Haber'schen Kaudruckmessers. Zahnärztl. Rundschau 1926, Nr. 48.

Haber: Die Aufgaben der Kaudruckmessung und der Zahndruckprüfung. Selbstverlag Berlin 1926.

— Kaudruckmeßapparate, ihre Bedeutung und Verwendungsmöglichkeit in der täglichen Praxis. Zahnärztl. Rundschau 1926, Nr. 7, 8 und 9.

— Der Haber'sche Kaudruckmesser. Zahnärztl. Rundschau 1926, Nr. 45.

Handbuch der Zahnheilkunde. 3. Bd. München 1930. Herausgegeben von Bruhn, Kantorowicz, Partsch.

Morelli, Gustav: Ueber Kaudruck. Wiener Vjschr. f. Zhlkde. 1920, H. 4, S. 240.

— Ueber Kaudruckmessung. Zahnärztl. Rundschau 1928, Nr. 7, Spalte 246 bis 250.

Wustrow, P.: Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Platten- und Brückenprothese. Berlin 1919, Verlag Meusser.

— Klinik der Plattenprothetik. Leipzig 1932.

Haber: Ergänzung zu meinen Ausführungen in der zahnärztlichen Rundschau 1926, Nr. 7—9 — Ueber Kaudruckmessung. Zahnärztl. Rundschau 1926, Nr. 12.

— Der Haber'sche Kaudruckmesser (Schlußwort zur Greve'schen Arbeit). Zahnärztl. Rundschau 1926, Nr. 48, S. 831.

Christensen: Einige Untersuchungen des natürlichen und künstlichen Gebisses. Vjschr. f. Zhlkde. 1923.

Müller, Max: Grundlagen und Aufbau des Artikulationsproblem im natürlichen und künstlichen Gebisse. Klinkhardt, Leipzig 1925.

Herrmann, Valentin: Dissertation Würzburg 1932.

Jacob, Herbert: Dissertation Würzburg 1931.

Matzner, Margarete: Dissertation Würzburg 1935.

LEBENSLAUF.

Am 7. Januar 1907 wurde ich als Sohn des prakt. Arztes Dr. med. Karl Eps und seiner Ehefrau Ella geb. Wefelscheid, zu Oberhausen i. Rhld. geboren. Ich besuchte dort die Vorschule und Oberrealschule und erhielt am 11. März 1927 das Zeugnis der Reife. In der Folge studierte ich in Greifswald, Bonn, Zürich und Würzburg. Das Staatsexamen bestand ich am 5. Dezember 1931 in Würzburg mit der Note „Sehr gut". Vom 16. Januar 1932 bis 1. Juli 1935 war ich als Assistent an der zahnärztlichen Universitätsklinik tätig.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich vorstehende Dissertation ohne fremde Hilfe verfaßt habe und daß ich außer der angegebenen Literatur keine anderen Hilfsmittel benutzt habe.

Walter Eps.

Buchdruckerei E. Bechstein Inh. Wilh. Hinckel
Wertheim a. M.
1 9 3 5